

Galata Köprüleri ve Yeni Galata Köprüsü

İbrahim ÖZEN

İnşaat Yüksek Mühendisi; STFA İnşaat AŞ, Sözleşmeler Müdürlüğü

Özet

İstanbul'un vazgeçilmez simgelerinden olan Galata Köprüleri Bizans zamanından bu yana şehrin sosyal yaşantısına da hakim olan noktalardan biridir. Bir Mühendislik dergisine yazılan bir yazıya böyle başlamak belki şaşırtıcı gelecek ama özellikle son dönem Galata Köprüleri sadece bir geçiş mekanı değil şehrin sosyal yaşantısına da katılan adeta yaşayan yapılardır. Bu yönü ile dünyada örneğine rastlamanız da pek mümkün değildir. Yeni Galata Köprüsü için dönemin Karayolları Genel Müdürü şöyle yazmıştır; "Galata Köprüsü birçok yönleriyle köprüler tarihinde önemli bir yer tutacak bir eserdir. Temel şartları, açılan kısımlar, kara ile bağlantıları, meydan düzenlemeleri hepsi çözümü gerektiren çok önemli teknik problemler ortaya çıkarmıştır. Ama, müteahhit, mühendis ve idarede görev alan mühendislerimiz bu sorunları çözerek projeyi başarı ile yürütmektedirler. Eser tamamlanınca Türk mühendisliğinin göğüs kabartıcı başarısı olacaktır." Bu sunumda Yeni Galata Köprüsü Projesi, kısa bir tarihçeyi takiben, ihale aşaması ve ana yapıları açısından özet olarak tanıtılmaya çalışılacaktır. İhalenin parçası olan Eminönü ve Karaköy meydanlarında yapıyı tamamlayan vasıta ve yaya altgeçitleri, çarşılar ve meydan düzenlemeleri bu sunuş kapsamına alınmamıştır. Öte yandan gerek projelendirme safhaları, gerek her bir yapısının inşa yöntemleri, gerek mukavelevi süreçleri ve medyaya akseden yönleri ile herbiri ayrı bir çalışma konusu olabilecek olan Yeni Galata Köprüsü Kabulünün yapıldığı Haziran 1992'den beri fotoğrafları çekilmiş, makaleleri, şiirleri yazılmış eski Galata köprülerinden hiçbir yönde aşağı kalmaksızın hizmetini sürdürmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Galata Köprüleri, öngerilmeli betonarme tabliye, kazık yükleme deneyi, koruyucu mahmuz.*

Yazışmaların yapılacağı yazar: İbrahim ÖZEN, ibrahimo@stfa.com, Tel: (216) 578 95 22.

Makale metni 04.09.2011 tarihinde dergiye ulaşmış, 04.10.2011 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 29.02.2011 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Bu makaleye "Özen, İ., (2011) 'Galata Köprüleri ve Yeni Galata Köprüsü', İTÜ Dergisi/D Mühendislik, 10: 4, 35-46" şeklinde atıf yapabilirsiniz.

Galata Bridges and the new Galata Bridge

Extended abstract

Galata Bridges, being an unforgettable symbol of Istanbul, have always been one of the prevalent points of the social life in the city from Byzantine times up to today. It may be a little bit strange to start an article, written for an engineering periodical, with such an introduction but, especially the recent period Galata bridges are not only passage ways but also living structures playing important roles in the social life of the city. Considering this speciality of the Galata bridges, you cannot find any other example in the world.

First of all, the New Galata Bridge has been the fourth and considering the wooden bridge of 1863, even the fifth bridge constructed in the Golden horn.

Secondly, the New Galata Bridge is the third steel bridge with an opening at the middle part for marine traffic.

General Manager of the General Directorate of Highways of that period had written for the New Galata Bridge;

“Galata Bridge is an important piece of art in the history of bridges in various ways. Foundation conditions, opening-closing sections, abutments, arrangements in the squares have always created problems which necessitating the special technical solutions. However our Contractor, Engineer and the Administration’s engineers are successfully executing the project by solving such technical problems. When their piece of art is completed, it will be the honor of Turkish Engineering.”

A protocol has been signed between the owner Istanbul Municipality and Contractor Highways 17th Division Directorate on 17.03.1982, authorizing Highways 17th Division Directorate as the responsible authority to have the New Galata Bridge and Eminönü and Karaköy Squares constructed in the name of Istanbul Municipality.

All the feasibility, tender preparation, engineering and supervision services has been carried by 17th Division Directorate and his Consultant.

For the preparation of Tender Documents the relevant laws as well as the specifications of General Directorate of Highways and FIDIC were taken as a basis.

Tender was also opened to Alternative Proposals and another condition was imposed for the Contractors to provide foreign loans for the finance of the Project together with their proposals.

Following the evaluation of the proposals the Construction Contract has been signed by the consortium established between Sezai Türkeş Feyzi Akkaya İnşaat A.Ş. and Thyssen Engineering GmgH on 27th January 1986.

Although the original tender design was for a concrete pontoon type bridge structure, the winner’s alternative proposal for a pre-stressed concrete deck bridge on pile foundation with an opening type steel bascule bridge at the middle has been selected.

The foreign loans brought by the consortium for the finance of the project were German Government Loans provided by German Credit Establishment KfW.

In this presentation, I will try to summarize the New Galata Bridge Project with a brief history and the tender stage as well as the main structures of the bridge.

The other structures such as the vehicle and pedestrian underpasses and underpass shopping areas within the scope of square arrangements, although they are the part of the tender, shall not be incorporated in this presentation.

Each phases; such as design stages, construction methods of every main structure, contractual periods, subjects taken into consideration by Turkish and international media; each being a separate subject of research article, the New Galata Bridge is under public service from the acceptance date of June 1992 up to now, without inferior to the previous Galata Bridges which were the subject of many photographs taken, the articles and poems written in the history.

Keywords: *Galata bridges, prestressed concrete deck, pile load test, cutwater.*

Giriş/Tarihçe

Batı dünyasının Altın Boynuz dediği Haliç'in üstünde İstanbul ile Beyoğlu ya da eski adıyla Pera'yı birbirine bağlayan bir köprü yapılması görüşü pek eski çağlardan beri hep söz konusu olmuştur.

Bilinen ilk Galata Köprüsü -ya da o zamanki adı her ne idiyse- Bizans İmparatoru I Justinyanus döneminde yapılmıştır. Ancak bu köprü hakkında tarihlerde açık seçik bir bilgi yoktur. Salt, Bizans'ın en görkemli döneminde buraya bir köprü yaptırıldığı bilinmektedir ama bugün artık bunun izi bile yoktur.

1453 yılında Fatih Sultan Mehmet komutasındaki Osmanlı ordularının İstanbul'u fethi sırasında, bu büyük stratejistin gemileri Haliç'e indirmesini takiben ikinci aşamada yaptığı iş, Haliç'e indirdiği gemilerden kırkını ardı ardına halatlarla birbirine bağlayıp, üstlerine kalaslar koydurup, beş askerin rahatlıkla geçebileceği bir yüzer köprü yaptırması olmuştur. Ayvansaray yakınlarında bir gece içinde kurulan bu köprü ile binlerce Osmanlı askeri, Kasımpaşa yöresinden ayakları suya değmeden karşı kıyıya surlar önüne geçirilmiştir. Fetihden sonra bu köprü kaldırılmıştır.

Sultan II. Beyazıt döneminde 1504-1506 yıllarında Haliç'e bir köprü yapılması ile ilgili olarak Leonardo da Vinci, Michel Angelo ve Arnold von Harff davet edilmişlerdir. Da Vinci genç padişaha, 350 metre uzunluğunda böyle bir köprünün 25 metre genişliğinde ve altından yelkenli gemilerin de geçmesine olanak sağlayacak biçimde su yüzünden 41 metre yukarıda olacak biçimde yapılabileceğini bir ön proje ile birlikte bildirmiştir. Ne var ki, bu proje gerçekleştirilememiştir.

İstanbul Haliç'inde ilk köprü, ancak 1836 yılında ve Sultan II. Mahmut döneminde gerçekleştirilmiştir. Kaptanpaşa Ahmet Fevzi Paşa'nın planlarını yaptığı bu köprü, birbirine bağlanan sallardan yapılmıştır. Bu köprüden yanyana iki araba ve iki yüklü beygir rahatlıkla geçebiliyordu. Köprünün ortasındaki bir yüksekçe bölümün altından ise gemiler Haliç'e girip çıkabiliyordu. Geçiş için hiçbir ücret alınmayan bu köprüye halk "Hayratiye" adını takmıştı. Yani hayır için yapılan yapıydı.

Sonraki padişah Abdülmecit Dolmabahçe sarayında oturmaya başlayınca, Babali ile saraykar arasında köprünün önemi ve yükü daha da arttı. Ne var ki 1836 köprüsü bu yükü ve trafiği karşılayacak durumda değildi. Bunun yerine, 1845 yılında, yine dubalar üzerine ahşap ve uzunluğu 500 metre olan yeni bir köprü yapıldı. Köprünün dubaları Kasımpaşa Tersanesi'nde yaptırıldı. Bu köprünün de ortası, kenarlara göre yüksek ve gemilerin geçmesine olanak verecek biçimde yapılmıştı. Köprünün yapım giderlerini karşılamak amacıyla "Müruriye" adıyla bir ücret alınmaya başlandı ve 1930 yılına kadar da sürdü.

1863 Yılına gelindiğinde, padişah olan Sultan Abdülaziz yeni bir köprü yaptırdı ve Eski Yeni Köprü de, Unkapanı Köprüsü'nün yerine çekildi.

Bu arada, paralı köprü geçişinin çok karlı bir iş olduğunu gören Cezayirli Mıgırdıç adında bir tüccar ise, Haliç'in daha iç kısmında Ayvansaray ile Piripaşa arasında daha sığ sularda 350 metre uzunluğunda ahşap kazıklar üzerinde bir köprü kurdurdu. Halk arasında "Yahudi Köprüsü" adı verilen bu köprünün ömrü sadece on gün sürdü ve ekmek paraları ile oynandığı gerekçesi ile Kasımpaşa kayıkçıları tarafından kundaklanıp yakıldı (Şekil 1).



Şekil 1. Eminönü'nde kayıkçılar

Ahşap olan 1863 köprüsü de kendinden önceki iki köprü gibi kısa sürede yaşlandı.

Bunun üzerine gene Sultan Abdülaziz döneminde aynı yere bu kez demirden bir köprü siparişi verildi. George Wals adlı bir İngiliz mühendise

yaptırılan bu köprü, Haliç üzerindeki ilk açılır kapanır köprü oldu. 480 Metre uzunluğunda ve 14 metre enindeki köprü Karaköy tarafındaki Aziziye Karakolu önünden başlıyor, orta kısmındaki açılır kapanır bölümü hafif bir yükseklik gösteriyor ve sonra yeniden inişe geçerek Eminönü meydanına ulaşıyordu.

Köprünün açılıp kapanabilen orta kısmı insan gücüyle hareket ettiriliyordu. Köprü dubaların üstünde ve köprü altında ise ilk defa bu yapıda dükkânlar yer alıyordu. Dahası Haliç o zamanlar çöplüğe dönmediği ve suları masmavi, tertemiz olduğu için köprü dubaları üzerinde deniz hamamları da açılmıştı. Bu köprü 1875 yılında hizmete girdi ve 1912 yılına kadar kullanıldı (Şekil 2, Şekil 3).



Şekil 2. 1870'lerde yapılan üçüncü köprü



Şekil 3. Üçüncü köprü hizmette

Üçüncü köprünün demir olmasına karşın gene de ömrü çok uzun olmadı. Tahta geçen Sultan II. Abdülhamid, 1894 yılında köprünün yenilenmesi için çalışmalar yapılmasını ferman etti.

Hazırlanan projeye göre yapılacak köprü ayaklar üzerine oturtulacak ve iki başında büyük kuleler olacaktı. Köprünün yüksekliği de bu kuleler sayesinde, altından buharlı gemilerin bile geçmesine olanak sağlayacaktı. Fakat bu proje hayata geçirilemedi. Bunun yerine gene dubalar üzerinde bir köprü kurulması çalışmaları başlatıldı. Çeşitli Alman firmaları ile yapılan pazarlık ve görüşmeler sonucu 1907 yılında bir anlaşma imzalandı ise de 1908 yılında İkinci Meşrutiyetin ilanı ve ardından II. Abdülhamid'in tahttan indirilmesi üzerine çalışmalar başlatılamadı.

Çelik köprülerin ikincisi, Haliç köprülerinin dördüncüsü olan eski nostaljik köprümüzün yapımı için 1910 yılında İttihat ve Terakki Fırkası döneminde Alman Mann firması ile anlaşma yapıldı. Uzunluğu 466 metre, genişliği 25 metre olan ve saç dubalar üzerine oturan bu yeni köprünün montaj çalışmaları Haliç'te yapıldı ve romörkörlerle yerlerine taşınan dubalar üzerinde inşa edilen köprü 14 Nisan 1912'de hizmete girdi (Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6).



Yıl 1934; henüz yeni Kadıköy vapur iskelesi, Karaköy'deki yerine bağlanmamış; Galata Köprüsü'ndeki iskeleler ise vızır vızır çalışıyor

Şekil 4. Yıl 1934; henüz yeni Kadıköy vapur iskelesi Karaköy'deki yerine bağlanmamış; Galata Köprüsü'ndeki iskeleler ise vızır vızır çalışıyor

Eski Galata Köprüsü, yapıldığı 1912 yılından sonra ilk ciddi onarımını 1954 yılında, ikinci büyük onarımını da 1964 yılında geçirdi. İlki 1971'de değiştirilen taşıyıcı dubaların tamamına yakını daha sonraki yıllarda değiştirildi, önceleri doğrudan köprüye yanaşan şehir hatları vapurlarının iskeleleri köprüden ayrıldı ve Karaköy Sirkeci kıyılarına taşındı.



Yıl 1937; Yağmurlu bir günde Galata Köprüsü üzerindeki ikinci Kadıköy vapur iskelesinin önü mahşer gibi.

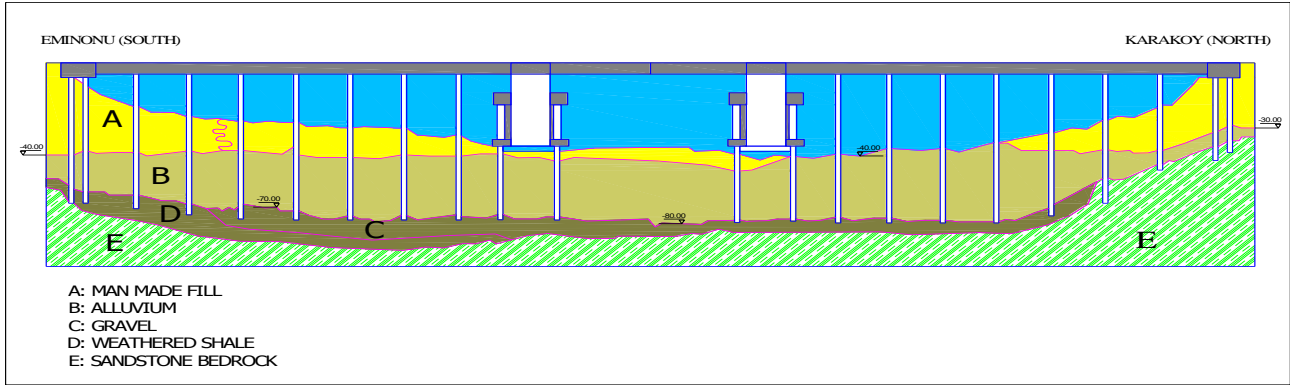
Şekil 5. Yıl 1937; Yağmurlu bir günde Galata Köprüsü üzerindeki ikinci Kadıköy vapur iskelesinin önü mahşer gibi



FOTOGRAF: ASA GÜLER

1960'larda kuşbakışı Galata Köprüsü ve Kadıköy iskelesi.

Şekil 6. 1960'larda kuşbakışı Galata Köprüsü ve Kadıköy iskelesi



Şekil 7. Köprü yapısı kesiti

Edebiyatımızda şiirlere bile konu olmuş ve toplumumuzda manevi bir yer işgal etmiş olan eski Galata Köprüsü çok yüklü bakım masrafları ve artan trafiğe artık cevap veremeyen genişliği nedeniyle 1980'li yıllarda bir kere daha yenilenme cihetine gidilmiştir.

Proje çalışmaları ve ihale aşaması

17.03.1982 Tarihinde İstanbul Belediyesi ile Karayolları 17. Bölge Müdürlüğü bir protokol yaparak, Karayolları 17. Bölge Müdürlüğünün yeni bir köprüyü ve Karaköy ile Eminönü Meydanlarının İstanbul Belediyesi adına düzenlenmesine karar vermişlerdir. Yeni Galata Köprüsü ve Eminönü ile Karaköy Meydanları yapılabirlik etüdü, mühendislik ve kontrollük hizmetleri Türk ortaklı bir İngiliz firmasına verilmiştir.

Yapılan hazırlık çalışmaları mevcut eski köprünün incelenmesi, geoteknik, sismik ve hidrogra-

fik çalışmalar, trafik etüdüleri, köprü tipi seçimi, ekonomik analizler, uygulama projeleri ve ihale dosyası hususlarını içermiştir. İhale dosyası için ilgili yasalar, Karayolları Genel Müdürlüğü şartnameleri ve FIDIC esas alınmıştır.

Sonradan gönderilen zeyilnameler ile proje ihalesinde orijinal teklifte birinci gelme şartı ile alternatif teklife de açılmış ve teklif verenlerin teklifle beraber projenin finansmanı için kredilerini de beraber getirmeleri şartı konulmuştur. Buna göre en az bir ortak Türk olmak üzere Türk ve yabancı ortaklıkların bu ihaleye iştirak edebileceği şartı konulmuştur.

Bakanlar Kurulunun 25 Nisan 1984 tarihli kararı ile 17 Temmuz 1985 günü yapılan ihalede verilen teklifler kredi şartları da göz önünde tutularak değerlendirmeye tabi tutulmuş ve sonuçta orijinal teklifi uygun bulunan ve aynı zamanda,

bu teklifinden de düşük fiyatla ve kazıklar üzerinde sabit köprü alternatifi getiren Sezai Türkeş Feyzi Akkaya İnşaat A.Ş – Thyssen Engineering Gmbh Konsorsiyumuna ihale yapılmıştır. Tamamen Alman kredisi ile yapılan Yeni Galata Köprüsü ve Eminönü ile Karaköy Meydanları yapımı işinin sözleşmesi 27 Ocak 1986 tarihinde imzalanmıştır (Şekil 7, Şekil 8).

Kazıklı sabit köprü – Alternatif proje Proje özellikleri

Yükler, betonarme, öngerme, çelik ve kazık için DIN, deprem hesapları için AASHTO şarname-leri kullanılmıştır. (PGA = 0.35g) Köprü DIN 1072 SLW 30 yüklerine, alt tabliye ise 500 kg/m² hareketli yüke göre projelendirilmiştir. Sismik dizayn alışmalarında öncelikle tüm köprü elemanlarının köprü boyunca hareketleri birbirinden tamamen bağımsız olarak ele alınmış ve bu hesaplama Baskül kanatlar kapalı, baskül kanatlar açık ve montaj safhaları için yapılmıştır. Ayrıca tamponlara gelen yükleri bulmak ve derzlerdeki hareket miktarlarını tesbit etmek için 'time-history' analizleri yapılmıştır.



Şekil 8. Kuşbakışı Yeni Galata Köprüsü

Zemin

Deniz ve karada yapılan zemin araştırması çalışmalarında deniz sondajlarında su derinliği maksimum 40 m, kara sondajlarında da arazi kotu ortalama +1.50 m olarak tespit edilmiştir. Her iki kıyıda meydanları oluşturan dolma zemin Haliç'te -40 ile -48 m arasındaki bir tabaka meydana getirmiştir. Denizde, bu tabakanın üzerinde derinliği 16 metreyi bulan Haliç çamuru bulunmaktadır. Bu yumuşak-katı kil tabakası

altında -76 m ile -88 m arasında yaklaşık 12m kalınlığında bloklu iri, sağlam kireçtaşı, diyabaz ve kumtaşı kökenli çakıl tabakası mevcuttur. Bu iri çakıl tabakası altında ana kaya olarak kumtaşı bulunmaktadır. Eminönü'nde -62.50m, Karaköy'de -34.80m, Haliç ortasında ise -87.0m konda kumtaşına girilmektedir. Bu tabaka içerisinde -96.6 m'ye kadar inilmiştir.

Kazıklar

St 52.3 (DIN 17100) kalitesinde, 20mm et kalınlığında saçtan 2m çapında bükülen ve boyları 80m olan kazıkların 92 adeti kapalı uçlu kazık olup Delmag D.100 dizel çekiç ile çakılmıştır.

Karaköy tarafındaki fay hattının diğer tarafında yüzeye yakınlaşmış kumtaşı tabakasına çakılan 22 tanesi de açık uçlu olarak projelendirilmiştir. Servis yükü 1200 ton'dur. 1200 tonda toplam oturma 60mm, bu yükte kalıcı oturma 6mm olarak hesaplanmıştır. Oturmalar, servis yükünün 1.5 katı için 100mm ve 10mm olarak projelendirilmiştir. Kazıkların taşıma güçleri bloklu çakıl-da 3845 ton, kumtaşında 1891 ton olarak hesaplanmıştır. Dört ayrı kazık 1800 ve 2000 ton ağırlık ile düşey yükleme testlerine tabi tutulmuş ve beklenilenden çok daha iyi bir performans göstermişlerdir (Şekil 9). Bununla birlikte Haliç kilinin beklenilenden değişik davranış göstermesi ve silt tabakaları içinde boşluk suyu basıncının artarak çakım esnasında güçlükler çıkarılması sebebi ile kazık çakım faaliyetleri uzamış, kapalı uçlu kazıkların çakım metodu olarak aralarında dinlenme periodları bulunan bir dizi,



Şekil 9. 29.02.1988 Kazık yükleme deneyi

bekletilerek çakım yapılmasının zarureti hasıl olmuş ve istenen refü kriterleri bu şekilde sağlanmıştır.

Kenarayaklar

Projelendirme açısından standart yapılardır. Köprü mesnetlerinin oturduğu yerler dışında B 25, mesnetlerin altında B 45 kullanılmıştır.

Yaklaşım köprüleri alt ve üst tabliyeler

42 Metre genişliğinde olan Yaklaşım Köprüleri Eminönü yakasında 191.40m ve Karaköy yakasında 193.65m uzunluklara sahiptirler. Alt ve üst tabliye olmak üzere iki katlı olarak dizayn edilmiştir. Sekizer adet açıklıklar mütemadi ve eşit 22.3 metrelik enine ve boyuna öngermeli plaklardan teşkil edilmektedir (Şekil 10).

Plak kalınlıkları, mesnetlerde 1.10m, açıklıklarda 0.28m olup narinlik oranları sırasıyla 1/85.5 ve 1/37'ye tekabül etmektedir.

Boğaz tarafında 7.7m ve Haliç tarafında 5.5m yaya kaldırımları bulunan üst tabliyenin önemli bir özelliği ileride hafif raylı geçişe tahsis edilmek üzere köprü ortasındaki iki şeritin ayrılmış olması ve statik hesaplarının bu provizyona göre yapıp gerekli gömülü elemanların tabliye betonuna yerleştirilmiş olması idi. Nitekim, bugün mevcut olan Hafif Raylı Sistem sonradan bu şekilde köprü üzerinde tesis edilebilmiştir. Alt tabliye üzerinde yaratılan hacim ise tamamen yaya kullanımına açık olarak 6400 m²'lik dükkan, restaurant ve alış-veriş merkezleri ile köprü projesinin büyük ölçüde rantabl olmasını sağlayacak kira gelirlerinin Belediyeye temin edilme-

sinde bir vasıta teşkil edecek şekilde planlanmıştır. Günümüzdeki hali ile de eski köprü'nün gördüğü sosyal fonksiyonları daha üst seviyede yerine getirmektedir.

Baskül köprü ayakları – kesonlar

Yeni Galata Köprüsü Haliç'in ağzında yattığından limana giren ve çıkan gemilerin geçebilmelerini sağlamak üzere açılır-kapanır Baskül Köprü ile 80 metrelik bir açıklık temin edilmiştir. Baskül köprü kanatları bu açıklığın iki tarafında teşkil edilen Eminönü ve Karaköy kesonları üzerine monte edilmişlerdir (Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13).

Baskül Kesonları bilahare verilen ilave iş emri ile 8000 tonluk bir geminin 2.5m/sn hızla çarpması esaslarına uyularak yeniden projelendirilmiştir.

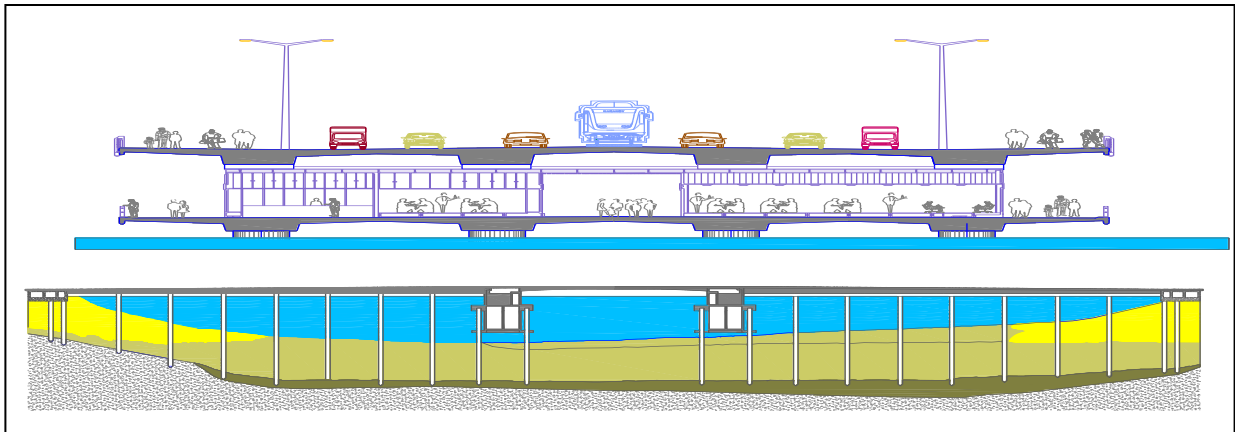
Bu çarpma gücünün hesaplanması için "Nordic Road Council Regulations for Ship Impact" kullanılmıştır.

$$P(KN)=500*V \text{ dwt}=500*8000*1.05=40.000kN$$

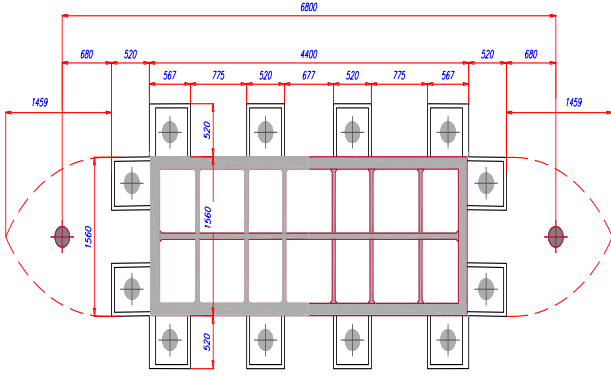
Çarpma neticesi kesonun üst ve alt haznelerine su girme hali de gözönüne alınmıştır. "En kötü hal senaryoları" metodu ile de projelendirme tamamlanmıştır.

Projelendirme de iki çelişkili şart dikkate alınmak durumunda idi:

- Gemi çarpmasını karşılayabilmek için "stiff" olmak;
- Deprem şartları için "flexible" olmak.



Şekil 10. Köprü ve tabliye kesitleri



Şekil 11. Kesin yapısı kesiti

Bu da tabanı -33.0m'ye inen, -13m ile -7.5m de oturduğu 12 kazığa sabitlenen ve -32.0m de elastik olarak mesnetlenen, 44m x 15.6m x 43m ebatlarında içi boş bir beton keson yapısı ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 12. Eminönü baskül köprü kesonu

Projelendirmede kullanılan kavram şu sıralamaya dayanmaktadır. Kazıkların önceden çakılmasından sonra kazık sıralarının içinde kalan mekanda keson betonarmesinin 3m'lik safhalar halinde, suyun içinde kalan kısım için doğan suyun kaldırma kuvvetinin de kullanılarak, ağır kaldırma-indirme (heavy lifting-lowering) sistemi vasıtası ile kontrol edilmesi yöntemleri ile inşa edilmiştir. Sözü geçen keson indirme sistemi, çakılan keson kazıklarına +10m kotuna kadar geçici ilave parçalar eklenerek, bunlar üzerine teşkil edilen çelik platform üzerine yerleştirilmiş 60 adet hidrolik kriko ve bunlara

senkronize şekilde kumanda eden kontrol ünitesinden teşkil edilmiştir.

Aynı zamanda keson taban betonarmesinin inşası için kaldırma platformunun altında kazıklar üzerinde geçici mesnetler inşa edilmiştir (Şekil 14, Şekil 15).

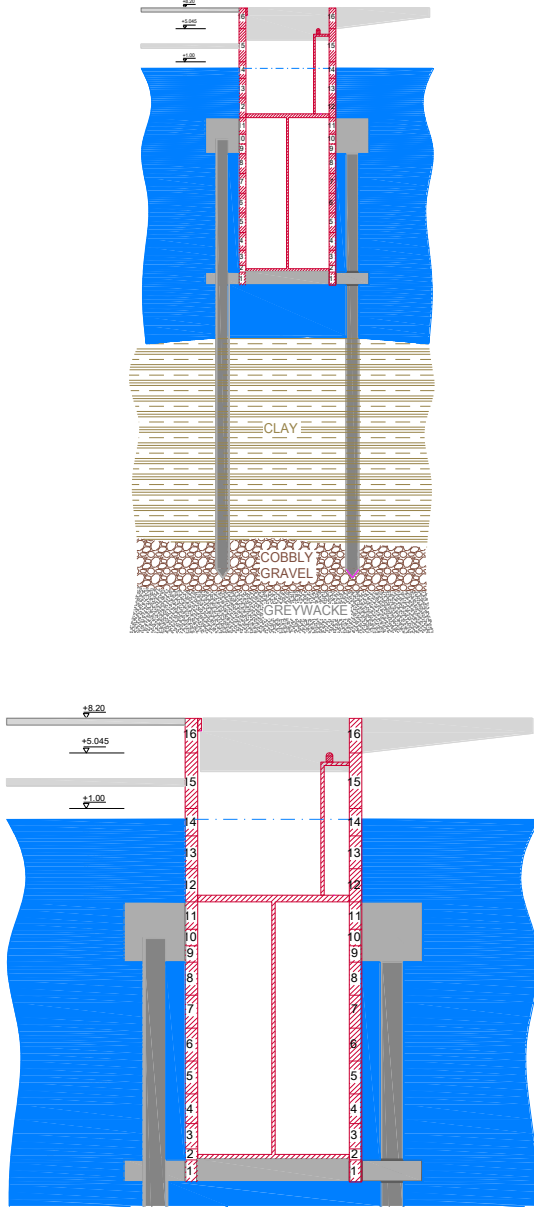


Şekil 13. Karaköy baskül köprü kesonu genel görünüşü

Esas taşıyıcı bölge olan -7.5m ve -13.0m arasında çok yoğun donatı gerekmiştir. Bu bölgede öngerme kullanılarak donatı miktarı azaltılmıştır. Yine de 500kg/m³ yoğunluğunda donatı konulmuştur. Kazıkların fazla yüklenmesini ya da ilave ilave kazık gereksimini önlemek için kesonların içi boş bırakılmıştır. 35t/m² su basıncına maruz kalan keson duvarları normal betonla su geçirimsiz olarak imal edilmiştir. Ayrıca en fazla 0.2mm çatlak hedef alınarak ilave donatı konulmuştur. Hiçbir sızıntı olmayan yapıda -30.0m de keson dibine kuruda inmek mümkündür. Keson kazıkları B 35 tremi betonu ile doldurulmuştur. Üst kısımları donatılıdır ve kompozit kazık olarak projelendirilmiştir.

Keson taban betonarmesinin teşkil edilen geçici mesnetler üzerinde inşası sırasında alt tabliyeyle beraber kazıkların etrafı boyunca betonarme kelepçeler de inşa edilmiştir. Hem gemi çarpma hem de depremden doğacak yüklemelerdeki dinamik tesirlerin azaltılması için bu kelepçelerle kazıklar arasında özel dizayn kayar durumda mesnetler yerleştirilmiştir. Oniki kazığın

herbirinde dört adet 220 ton dizayn yükü olan bu mesnetler kesonun tamamlanması ile -31m kotunda durmaktadırlar.



Şekil 14 ve 15. Keson yapıları boyuna kesitler

Yapının tabanının, yukarıda izah edilen şekilde safhalar halinde suya indirilmesi ve amaçlanan konumuna gelmesi ile, kazıklar sırası ile grup grup kaldırma/indirme çerçevesinde serbest bırakılmış ve ufak batardolar içersinde suyun altında -10metrede nihai seviyelerinden kesilmiştir. Kaldırma çerçevesinden kazıklara tam yük aktarımı için bu seviyede betonarme bağlantılar inşa edilmiştir.

Baskül çelik kanatlarının ana mesnet ve kilit mekanizmalarını taşıyan üst keson yapısı iç ve dış duvarları inşası takibeden aşama olmuştur.

Baskül köprü çelik kanatları

Yeni Galata Köprüsü'nün ortasında kalan 80 metrelik net açıklık çelik konstrüksiyon olarak imal edilen, ikisi Eminönü kesonuna, diğer ikisi Karaköy kesonuna menteşelerle bağlanmış dört adet Baskül kanatla birleştirilmiştir. Köprü açılmak istendiğinde mevcut hidolik ve elektromekanik sistemler ile kanatlar, senkronize şekilde, 3.5 dakikada menteşelerin ekseninde dönerek yukarı doğru açılıp deniz trafiğine imkan sağlamaktadır.



Şekil 16. Baskül köprü kanatları, açık halleri

Baskül Kanatların genişliği Boğaz tarafında 21.8m, Haliç tarafında ise 19.8m'dir.

Herbir Baskül Kanat iki boyuna ana kiriş tarafından taşınmaktadır. Bu ana kirişler üzerinde 14 adet enine kiriş mevcuttur. Ortotropik tabliye elemanları ve rijitleme (kaburgalar) elemanları bu taşıyıcı sistemin üzerinde yer almaktadır.

Baskül kanatların projelendirilmesi aşamasında yüklemeler analizleri Alman SLW 30/30'a göre yapılmıştır.

Kanatların imalatı aşamasında ise yine tamamen DIN normları uygulanmıştır.

Kanatların çelik konstrüksiyon imalatı köprü şantiyesinden yaklaşık 40km mesafedeki Pendik'teki ayölyede St 52.3 kalitesindeki 1710 ton

saç kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 17, Şekil 18).

Ana kirişler, orta ve yan kısımlar, bazılarının ağırlığı 30 tona varan parçalar halinde imal edildikten metal grid ile SA 2.5 kalitesinde raspa edilerek (Grid Blasting) boyanmıştır.



Şekil 17. Baskül köprü tabliyesi montajdan sonra tabliye sektörü



Şekil 18. Baskül köprü aks delikleri delinmesi

Bu parçalar biraraya getirilip hassas ölçümlerle montajı yapılmış ve kanatlar imal edilmiştir. Her bir kanat yaklaşık 450 ton'dur. (375 kg/m²)

Tamamlanan kanatlar sahada raylar üzerinde taşınarak, 15000 t taşıma kapasiteli dubaya yüklenmiş ve römorkör tarafından çekilerek deniz yolu ile Haliç'teki yerine nakledilmiştir. Şantiyede montaj için hazırlanmış olan kesona yak-

laştırılan duba (STFA, Koca Yusuf Dubası) özel hareket kabiliyeti ile, baskülü milimetrik hassasiyetle yerine oturturken, gerdirme çubukları ve krikolar vasıtası ile yük dubadan alınarak tamamen keson üzerine bindirilmiştir.

Kanatların ağırlık dengelemesi için de barit kullanılarak hazırlanan 3.5 t/m³ yoğunluğundaki özel beton konturpua oluşturularak sağlanmıştır. 7.3x3.8x9.8m ebadındaki bu karşı ağırlık betonu kanat taşıyıcı sisteminde özel plakalar vasıtası ile 12-14 no.lu enine kirişlere asılı olup her kanat için yaklaşık 1000 ton'du.

Hidrolik sistem

Baskül Köprü açma-kapama işlemi elektro mekanik sistemle kumanda ve kontrol edilen mekanik/ hidrolik bir düzenden müteşekkildir. Bu sistem, Eminönü ve Karaköy taraflarında ayrı ayrı yerleştirilmiş fakat normal şartlarda tek noktadan kumanda edilmektedir. Tüm kanatlar otomatik olarak, senkronize şekilde, beraber açılıp kapatılabildiği gibi, yarı otomatik olarak tek tek de işletilebilmektedir. Ayrıca manuel olarak işletilen bir 'Emergency' mod da bulunmaktadır.

Her iki tarafta alt tabliye üzerinde birer hidrolik pompa odası ve her pompa odasında da ikişer adet pompa istasyonu bulunmaktadır. Böylelikle her Baskül Kanadın kendi pompa istasyonu mevcuttur. Bu bölgede yağ tankları, dört elektrik motoru ile dört pompa grubu ve valf istasyonu vardır. Pompalar 180 lt/dk ve 300 bar basabilmektedir. Her baskül kanatta iki adet olmak üzere toplam sekiz hidrolik silindir baskülleri kaldırmaktadır. Merkezi kilitleme için kanatların ucunda ikişerden sekiz hidrolik silindir, arka kilitleme için de yine sekiz hidrolik silindir daha bulunmaktadır. Baskül kanatlar kapalı iken bu kilit mekanizması otomatik olarak devrededir.

Pompa istasyonu ile hidrolik silindirler arasında döşenen özel kaynaklı ve özel kaliteli boruların toplam uzunlukları yaklaşık 2 km'dir. Mekanik, hidrolik ve elektrik montaj işlemleri yabancı expertler kontrolünde tamamen Türk usta ve işçileri tarafından yapılmıştır.

Elektrik, katodik koruma ve drenaj sistemleri

Elektrik projeleri hem Eminönü hem de Karaköy tarafından şehir şebekesinden enerji alınması ve 10 kV 800 kVA'lık iki trafo merkezi tesisi düşünülerek yapılmıştır. Bilahare, mevcut alt tabliye dükkanların tüm ısınma ve pişirme işlemlerinin de elektrikle yapılmasına karar verilince, trafolar 2x2000 kVa'ya çıkarılıp tesisat da buna uygun şekilde yeniden projelendirilmiştir. Aynı şekilde, 10 kV'luk besleme hatları da iki tarafta 35 kV'luk hatlara çıkarılmıştır.

Köprü kazıklarını koruyan 'Katodik Koruma Sistemi' nde, altı adet 24 V 600 A trafo doğrultmaç, 31 adet anod, 6 adet referans elektrodu, 6 adet anod dağıtım panosu, 6 adet katod dağıtım panosu ve 5300 m kablo kullanılmıştır.

Köprü drenaj pompa sistemleri ise, keson iç pompaları, dükkan ve kenarayaklar pıssu pompaları ve yangın söndürme pompalarından oluşmaktadır.

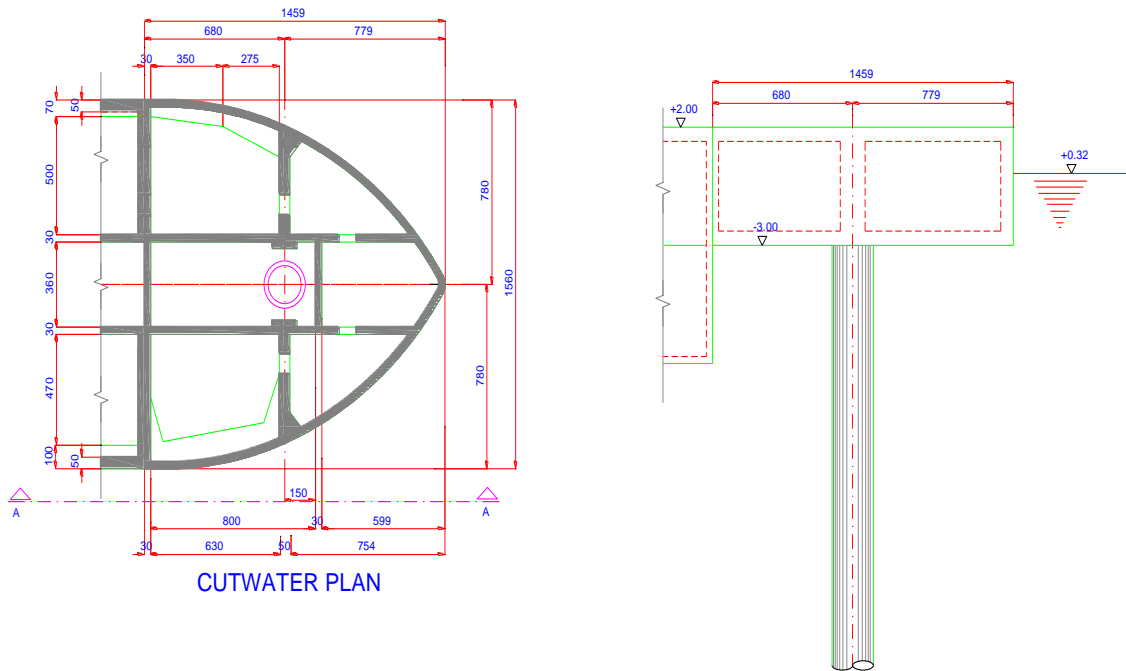
Mahmuzlar (Cutwaters)

Kesonları gemi çarpmalarına karşı koruyan, çarpma enerjisini büyük deformasyonlar yaparak emebilen, geometrik yapısı eğrisel olan (pa-

rabol + daire) 15.60x14.59x5.00m boyutlarında, kesondan bağımsız bir kazığa oturan, keson tarafına demonte edilebilir tip öngerme tendonları ile bağlanan bir yapıdır (Şekil 19). Kesonların her iki tarafında olmak üzere dört adettir.

Şantiyede mevcut imkanlardan yararlanılarak çelik duba üzerinde, Karaköy Kesonunu Haliç tarafındaki havuzlar tarafında inşa edilen mahmuz yapıları da, kesonlarda olduğu gibi Dywidag çubukları ve kriko sistemi ile denize indirilip yüzdürülerek yerine getirilmiş ve monte edilmişlerdir.

Çelik duba şantiyede mevcut 1.5m yüksekliğinde 3 adet yapma kirişle birbirine bağlanan ve uçları kapatılmış 15m boyunda sekiz adet köprü kazığı (D 2000mm) ile teşkil edilmiştir. Duba kazıkları ortadan bir saç perde ile ayrılarak, altında kazık içine su alan veya atan 3 inch delik açılan iki ayrı göz haline getirilmiştir. Her gözden ikişer adet hava tesisat borusu çıkmakta ve bunlar dubanın her iki yanında oluşturulan platformlarda toplanmaktadır. Borulara monte edilen vanalar açılarak gözlere su alınmakta, basınçlı hava verilerek de su dışarı atılmakta ve duba, böylece batırılmakta veya su yüzüne çıkarılmaktadır.



Şekil 19. Mahmuz yapıları en ve boy kesitleri

Mahmuzun duba üzerinde imalatının tamamlanıp kalıbının sökülmesini takiben duba bu şekilde batırılıp mahmuz yüzdürülmekte ve monte edileceği yere, yani keson yan yüzüne kadar çekilmektedir. Etrafındaki gözlere su alınarak altındaki çıkıntının keson havuzu yüzünde teşkil edilmiş olan montaj konsoluna oturması temin edilmiştir.

Kotuna getirilen mahmuzda öngerme bölgesi betonları dökülüp bir aşama sonra da öngerme işlemleri tamamlanarak montaj işlemi tamamlanmıştır.